

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-251271

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/304	6 2 1	H 0 1 L 21/304	6 2 1 D
	6 2 2		6 2 2 D
			6 2 2 S

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-368148

(22) 出願日 平成10年(1998)12月24日

(31) 優先権主張番号 0 6 8 6 6 1

(32) 優先日 1997年12月23日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 0 8 6 2 1 5

(32) 優先日 1998年5月21日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879

テキサス インストルメンツ インコーポ
レイテッドアメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 レイフ シー. オルセン

アメリカ合衆国 テキサス州プラノ, ロン
ドン ドライブ 2212

(72) 発明者 レランド エス. スワンソン

アメリカ合衆国 テキサス州マッキニー,
ハンターズ クリーク 1506

(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外2名)

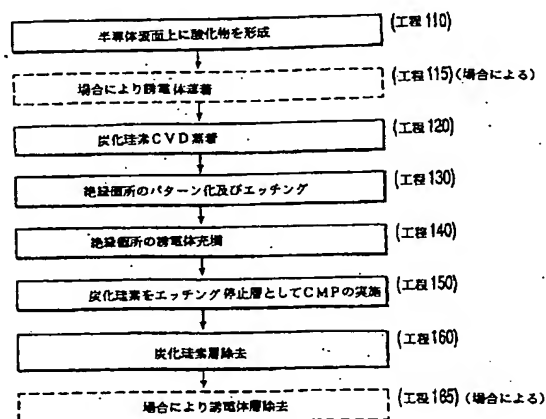
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 絶縁誘電体平面化のための化学的機械的研磨時の停止層としての炭化珪素

(57) 【要約】

【課題】 集積回路処理において用いられる化学的機械的研磨 (CMP) において酸化物対窒化物の除去選択性を高める。

【解決手段】 炭化珪素を、絶縁誘電体エッチングのためのハードマスクとして用い、この炭化珪素は化学的機械的研磨のためのエッチング停止層としても働く。別法として、炭窒化珪素又は炭・酸化珪素を用いることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 集積回路構造体の製造方法において、酸化物構造体で、その全体に亘って分布した珪素及び炭素からなる第一層を含む酸化物構造体を形成し、そして 10 : 1 より大きな前記第一層に対する選択性を有するスラリー組成物を用いて前記酸化物構造体を研磨し、その研磨工程により前記第一層の第一側上の前記酸化物を滑らかに除去し、前記第一層の露出した領域上で研磨工程を停止し、それによって前記第一層の前記露出した領域が前記酸化物構造体のための均一な表面レベルを定める、工程からなる集積回路構造体製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、集積回路構造体及び製造方法に関し、特に絶縁誘電体平面化のために用いる化学的機械的研磨 (chemical mechanical polish; CMP) 停止層に関する。本願は、1997年12月23日に出版された米国特許仮出願 60/068,661 の追加出願である。

【0002】

【従来の技術】 CMP

化学的機械的研磨 (CMP) は、1990年代に集積回路処理で次第に重要になってきた平面化技術である。殆どの他の平面化技術とは異なって、CMPはグローバルな平面化を与える。このグローバルな平面化はステップカバレッジの問題を解消し、従って、現在希望されている金属化の数多くの多層を達成するのに役立つ。グローバルな平面化は、フィールドの深部の歪みを除去することにより、リトグラフ解像度も向上する。

【0003】 CMP法では、非常に細かな研磨材 (典型的にはアルミナ、 Al_2O_3) のスラリー中でウェーハを研磨する。スラリーは外側表面の除去を促進する化学的組成物を含む。例えば、タングステンを除去する場合には、酸性酸化性スラリーを用いる。これはタングステンの表面を酸化タングステンに転化するのに役立ち、その酸化タングステンは機械的研磨操作により容易に除去される。誘電体を除去する場合には、塩基性化学物質を用いるのが一層典型的である。

【0004】 CMP法の一般的説明は、アリ (Ali) その他による「内部層誘電体の化学的機械的研磨：概論」(Chemical-mechanical polishing of interlayer dielectric: a review)、SOLID STATE TECHNOLOGYの1994年10月版、第63頁及びそこに引用された文献中に見ることができる。(しかし、この文献は特に誘電体の除去に焦点が当てられていることに注意されたい)。更に別の説明は、デジュール (DeJule) による「CMPの進歩」(Advances in CMP)、SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL, November 1996、第88頁以下及びそこに引用された文献；及びキム (Kim) その他による「タングステンCMPのために開発された最適法」(Optimized Process Devel-

oped for Tungsten CMP)、SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL, November 1996、第119頁以下に見ることができる。これらの文献は全て引用してここに盛込む。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 CMP停止層としての窒化珪素

集積回路平面化処理で望ましい均一度を与えるため、CMP処理と共にCMP停止層が一般に用いられている。屢々望まれているそのようなCMP停止の一つは、酸化物研磨のためである。これは、一般に窒化珪素の島状物を含ませ、その窒化物に対する或る選択性を達成するスラリーを用いることにより行われている。しかし、標準的スラリーで達成される選択性は小さく、僅か4 : 1位の程度にしかない。現在の技術状態では、化学的機械的研磨 (CMP) のために珪素エッチングハードマスク (hardmask) 及びCMP停止層の両方として窒化珪素を用いている。二酸化珪素対窒化珪素の除去選択性は、工業的に許容されているスラリーを用いて僅か4 : 1又は5 : 1にしかないもので、窒化珪素層は効果的なCMP研磨停止層にはならない。研磨及びパターン化効果による不均一性は、小さな隔離された活性装置構成体の上の誘電体 SiO_2 及び窒化珪素を、他の構成体よりも遥かに迅速に研磨することになり、そのためこれらの小さな活性領域の損傷を起こすことがある。

【0006】 他の化学物質を用いることにより、一層大きな酸化物：窒化物選択性を達成しようとする幾つかの試みが行われてきた。その一つの例は、標準的SS25シリカ研磨スラリーを、フッ化テトラメチルアンモニウムを添加することにより変性した化学的方法である。しかし、窒化珪素を用いると、パターン化エッチングバック法 (付加的リトグラフ工程を必要とする)、又は窒化珪素表面を不動態化し、 SiO_2 のCMP除去に大きな選択性を与えるための化学物質を含むCMPスラリーを使用することが必要になる。パターン化エッチングバック法は、他の方法よりも一層高価になる。大きな選択性のスラリーは大量生産されておらず、一つにはそれが、CMP処理後のウェーハ表面から奇麗に除去するのが難しく、限定された棚及びロット寿命しかもたないので、工業的にはまだ広く受け入れられていない。

【0007】

【課題を解決するための手段】 炭化珪素研磨停止層を用いたCMP法

本願は、CMP法で炭化珪素層を用いるか、又は別法として、炭窒化珪素又は炭・酸化(carboxide)珪素を用いた革新技術を開示する。標準的研磨用化学物質は、酸化珪素と炭化珪素との間に極めて大きな選択性 (50 : 1以上) を非常に容易に与えることを見出した。このことは、酸化物厚さ又は研磨速度の不均一性を、研磨停止層で一層速いエッチング領域を覆うことができる場合に、平滑にすることができることを意味する。また、窒化珪

素は炭化珪素よりも、12:1より大きな研磨速度比で選択的に研磨することができることも見出された。開示する方法の特に重要な一つの態様は、トランジスタ形成前の浅いトレンチ絶縁のような絶縁誘電体の平面化のための研磨停止層を与えることである。炭化珪素層を蒸着し、パターン化して、トレンチエッチングのためのハードマスクとして働かせる。トレンチに誘電体を充填した後、炭化珪素は研磨停止層として働き、他のやり方で可能なものよりも一層滑らかな平面化を与えることができる。この解決法ではダミー・モート(dummy moat)を用いることが必要になる。

【0008】開示する発明は、本発明の重要な見本の態様を示し、参考のため本明細書に加えてある図面に関連して記述する。

【0009】

【発明の実施の形態】本願の数多くの革新的教示を、現在好ましい態様に特に関連して記述する。しかし、この種の態様はここでの革新的教示の多くの有利な利用の僅

かな例を与えているに過ぎないことを理解すべきである。一般に、本願の明細書中に与えた記述は、特許請求した種々の発明のいずれについても必ずしもその限界を示すものではない。更に、或る記述は或る発明的特徴に適用されるが、他のものには適用されないことがある。

【0010】現在好ましい態様についての外観

図1は、開示する方法の現在好ましい態様についての工程図であり、それを図2A~2Cに関連してここに論ずる。この方法は裸のウェーハを用いて開始し、そのウェーハの上に約7.5~30nmの厚さに酸化物を成長させる(工程110)。場合により、この時に薄い誘電体下層(図示されていない)を蒸着してもよい。現在好ましい態様として、これは20~300nmの厚さを持つ窒化珪素にすることができる。次に約20~250nmの炭化珪素を蒸着する(工程120)。現在好ましい態様として、炭化珪素は次の条件を用いた単一プラズマ促進(enhanced)化学蒸着(PECVD)法により蒸着する:

原料ガス:	シラン/メタン、トリメチルシラン、又は他の有機珪素ガス;
キャリアーガス	Ar又はHe;
圧力	約2~8トル
ガス流量	500~5000 sccm;
RF電力密度	約2W/cm ² (13.56MHz);
基体温度	200~500 (好ましくは350) °C

【0011】SiC蒸着に続き、フォトレジストを蒸着し、パターン化して絶縁構造体が望まれる領域を露出し、図2Aに示す構造を与える。珪素の炭化物、場合により窒化物、酸化物及び珪素をエッチングして(工程130)トレンチ90を形成する。典型的には、酸化物の薄層をトレンチの壁上に成長させ、次にトレンチを誘電

体、典型的には二酸化珪素で過度に充填し(工程140)図2Bの構造を与える。

【0012】次に化学的機械的研磨(CMP)を行い(工程150)、残留する炭化珪素を全て露出する。研磨工程のパラメーターは次の通りである。最初に範囲を与え、現在好ましい値は()の中に示してある:

研磨パラメーター:	
下向きの力	2~10 (6.5) psi
背圧	0.5~5 (1.5) psi
テーブル速度	15~100 (32) rpm
キャリアー速度	15~100 (28) rpm
調整	セグメント当たり、1~7 (3) ボンド/ 30 rpm/その場で/1.5秒
スラリー流量	50~700 (200) ml/分
研磨で消費されるものの例 (多くの他のものを用いることができる):	
パッド	ICI 400、Kグループ(Groove)- ベンダー(Vendor)=ローデル(Rodel)
スラリー	DI H ₂ Oで3:2に希釈したSS 25; ベンダー=キャボット(Cabot)
裏打ちフィルム	DF 245、ベンダー=ローデル

【0013】勿論、研磨工程について上で与えた例は、単に例示のためであり、限定するものではなく、開示した停止層を用いて多くの変更が可能である。

【0014】CMP工程に続き、炭化珪素及び他の誘電体を除去し、平らな活性領域を与える。CMP工程が希

望の結果を与えるためには、ダミー活性領域パターン、即ち活性領域としてパターン化されるが、電気的には活性ではない領域を設計する必要がある。このダミー領域は、CMP平面化中に凹み、そのため広いトレンチの縁で活性領域に損傷を与えることがある大きなトレンチ領

域を除外する働きをする。その代わりダミー領域はCMPパッドに対する支持を与え、パッド表面の曲がりを最小限にする。

【0015】SiCエッチングのための第一の態様：第一の態様では、炭化珪素をエッチングするのに用いる方法は、大気圧で1~20リットル/分のCl₂流量及び1~20リットル/分のO₂流量を用いた約600~900℃でのCl₂/O₂エッチングである。Cl₂/O₂は、SiO₂表面からSiCを選択的にエッチングする。

【0016】SiCエッチングのための第二の態様：別の態様として、炭化珪素をエッチングするために用いる方法は、10~300sccmのガス流量、0~100sccmのAr流量、0~50sccmのO₂流量、約0.5~4W/cm² (13.56MHz)のRF電力密度、及び0~30Gの磁場を用いた約300ミリトルでのCl₂エッチングである。10:1のSiO₂に対するSiCの除去速度が達成されている。

【0017】SiCエッチングのための第三の態様：別の態様として、エッチングは、0~90%のO₂分率、0~20sccmのH₂流量、(10~50sccmのフッ素化O₂ガス流量)、10~100sccmのAr流量、約10~50ミリトルの室圧力、約0.5~4

原料	蒸着温度
TMS	250℃
TMS	350℃
TMS	500℃
シラン/メタン	350℃
TMS=トリメチルシラン	

【0021】シラン/メタン化学物質を用いて蒸着したウエーハは、全体的にSiO₂に対する一層よいCMP選択性、一層少ない欠陥、及びフィルム厚さの均一性を持つように見えた。ウエーハ上の位置により、SiO₂:SiCのCMP選択性には幾らかの変動が存在する。ウエーハ中心近くではSiO₂:SiCのCMP除去速度選択性は実際上70:1であるのに対し、ウエーハの端近くの選択性は37:1であった。

【0022】酸化物対炭化珪素のCMP除去速度選択性が大きなレベルにあることは、炭化珪素がCMP酸化物平面化法に対する非常に良好な停止層であることを示している。除去速度選択性が12:1から、報告されている20:1の範囲にある最新のスラリーを用いた場合を除き、4:1の除去速度選択性(酸化物:窒化物)を有する、窒化珪素を停止層として用いた当分野の現在の技術状態と比較して、炭化珪素は窒化珪素よりも遙かにより。なぜなら、除去されるSiC材料が一層少ないからである。

【0023】CMP法は、トランジスタ絶縁及び内部レベル誘電体平面化で、ドーブされていない酸化物を除去するための標準的な方法である。

W/cm² (13.56MHz)のRF電力密度、及び0~30Gの磁場を用いたCF₄/O₂/H₂/Arの化学物質を用いる。

【0018】SiCエッチングのための第四の態様：更に別の態様として、エッチングは、0~90%のO₂分率、0~20sccmのH₂流量、(10~50sccmのフッ素化O₂ガス流量)、10~100sccmのAr流量、約10~50ミリトルの室圧力、約0.5~4W/cm² (13.56MHz)のRF電力密度、及び0~30Gの磁場を用いたSF₆/O₂/H₂/Arの化学物質を用いる。

【0019】SiCエッチングのための第五の態様：更に別の態様として、エッチングは、0~50%のO₂分率、0~100sccmのH₂流量、(50~200sccmのフッ素化Arガス流量)、10~100sccmのAr流量、約10~50ミリトルの室圧力、約0.5~4W/cm² (13.56MHz)のRF電力密度、及び0~30Gの磁場を用いたNF₃/CHF₃/CF₄/Ar/O₂/H₂の化学物質を用いる。

【0020】実験データー

パイロットウエーハ上に蒸着したシートフィルムについて測定を行うことにより次のデーターが得られた。

酸化物に対するCMP選択性

10.6:1
43:1
44:1
50:1

【0024】別の態様

炭化珪素と他の材料との合金も可能なCMP停止層になる。これらの合金を選択する主な問題点は、CMPで重要なその材料の硬度と、SiO₂に対する停止層エッチングの選択性との間にバランスを維持することである。

【0025】Six Cy Nz

一つの別の態様として、炭化珪素を窒素と合金化して炭窒化珪素を形成する。この材料中に窒化物結合が存在すれば、窒化珪素を除去するのに用いられ熱燐酸浴のような湿式エッチングを用いてこの層を除去することが可能である。

【0026】Six Cy Oz

更に別の態様として、炭化珪素を酸素と合金化して炭・酸化珪素層を形成する。この態様は一般的にはそれ程好ましいものではない。なぜなら、それ自身の酸化物結合により、酸化物に対する選択性をこの材料で得るのは容易ではないからである。しかし、第一の態様で蒸着した炭化珪素が、予想されるよりも一層多くの酸素を有する或る証拠が存在する。

【0027】Siw Cx Ny Oz

更に別の態様として、炭化珪素を窒素と酸素の両方と合

金化して、炭・酸化珪素を形成する。

【0028】開示した革新的種類の態様に従い、酸化物構造体で、その全体に亘って分布した珪素及び炭素からなる第一層を含む酸化物構造体を形成し、そして10:1より大きな前記第一層に対する選択性を有するスラリー組成物を用いて前記酸化物構造体を研磨し、その研磨工程により前記第一層の第一側上の前記酸化物を滑らかに除去して前記第一層の露出した領域上で停止し、それによって前記第一層の前記露出した領域が前記酸化物の構造体のための均一な表面レベルを定める、工程からなる集積回路構造体の製造方法が与えられる。

【0029】開示した別の種類の革新的態様に従い、

(a) 半導体材料の本体を含む基体を与え、(b) 前記半導体材料上に珪素及び炭素からなる第一層を蒸着し、

(c) 前記第一層を通して前記半導体材料中へ伸びる絶縁構造体を形成し、(d) 前記第一層の少なくとも一部分の上に伸びている誘電体で前記絶縁構造体を充填し、

(e) 研磨を行なって前記集積回路構造体を平面化する、工程からなり、然も、前記第一層が前記研磨工程のための研磨停止層として働く、集積回路構造体の製造方法が与えられる。

【0030】修正及び変更

当業者によって認識されているように、本願で記載した革新的概念は、本願の広い範囲に亘って修正及び変更をすることができる。従って、特許される主題の範囲は、与えられた特定の例としての教示のいずれによっても限定されるものではなく、特許請求の範囲によってのみ規定されるものである。

【0031】

【発明の効果】開示する方法及び構造体の利点には、次のことが含まれる。付加的（モートパターン化の外に）パターン化エッチング工程は不必要である。工業的に広く許容されるスラリーを用いることができる。酸化珪素及びリバース(reverse)モートパターン及びエッチングバックを用いた現在許容されている方法よりも安価である。パターン化エッチングバック法よりも、必要な処理工程数が少ない。現存するCMPスラリーと両立する。工業的に広く許容されているパッドと両立する。

【0032】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

(1) 集積回路構造体の製造方法において、酸化物構造体で、その全体に亘って分布した珪素及び炭素からなる第一層を含む酸化物構造体を形成し、そして10:1より大きな前記第一層に対する選択性を有するスラリー組成物を用いて前記酸化物構造体を研磨し、その研磨工程により前記第一層の第一側上の前記酸化物を滑らかに除去し、前記第一層の露出した領域上で研磨工程を停止し、それによって前記第一層の前記露出した領域が前記

酸化物構造体のための均一な表面レベルを定める、工程からなる集積回路構造体製造方法。

(2) 研磨工程で化学的機械的研磨を用いる、第1クレームに記載の製造方法。

(3) 酸化物構造体が、半導体材料中まで伸びるトレンチを充填している、第1クレームに記載の製造方法。

(4) 第一層が炭化珪素からなる、第1クレームに記載の製造方法。

(5) 集積回路構造体の製造方法において、(a) 半導体材料の本体を含む基体を与え、(b) 前記半導体材料上に珪素及び炭素からなる第一層を蒸着し、

(c) 前記第一層を通して前記半導体材料中へ伸びる絶縁構造体を形成し、(d) 前記第一層の少なくとも一部分の上に伸びている誘電体で前記絶縁構造体を充填し、(e) 研磨を行なって前記集積回路構造体を平面化する、工程からなり、然も、前記第一層が前記研磨工程のための研磨停止層として働く、集積回路構造体製造方法。

(6) 第一層が炭化珪素からなる、第5クレームに記載の方法。

(7) 工程(b)前に、(a1) 半導体材料上に酸化物層を形成し、(a2) 前記酸化物層の上に窒化珪素層を蒸着する、工程を更に有し、然も、前記第一層が直接前記窒化珪素層の上に横たわる、第5クレームに記載の方法。

(8) 研磨工程で化学的機械的研磨を用いる、第5クレームに記載の製造方法。

(9) 炭化珪素を、絶縁誘電体エッチングのためのハードマスクとして用い、この炭化珪素は化学的機械的研磨のためのエッチング停止層としても働く。別法として、炭化珪素又は炭・酸化珪素を用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】炭化珪素を用いた開示した方法の工程図である。

【図2A】図2Aは、開示した方法の種々の工程中のウエーハの断面を示す図である。

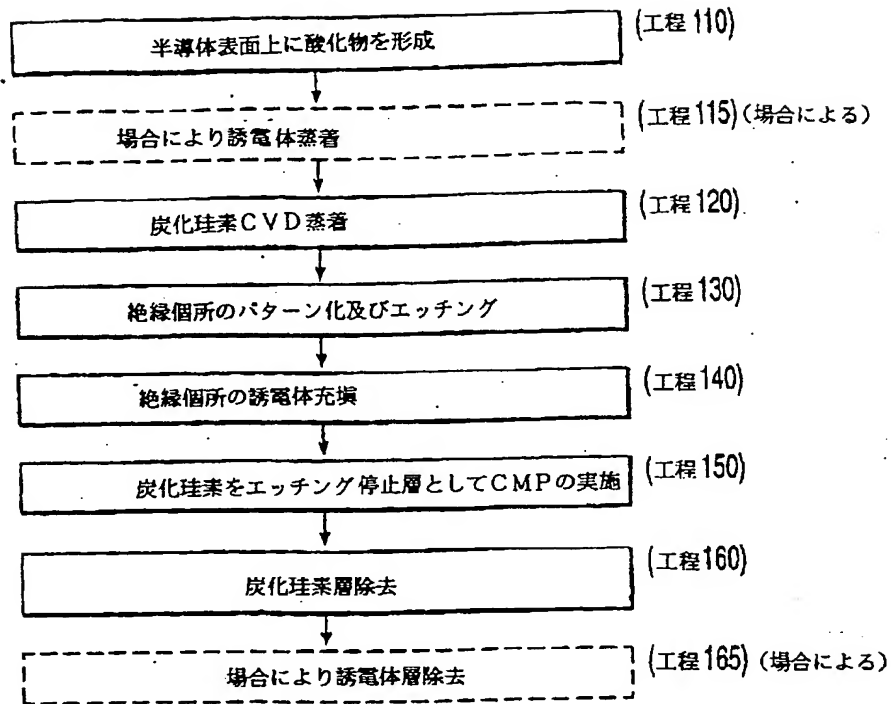
【図2B】図2Bは、開示した方法の種々の工程中のウエーハの断面を示す図である。

【図2C】図2Cは、開示した方法の種々の工程中のウエーハの断面を示す図である。

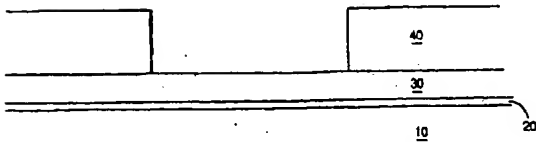
【符号の説明】

- 10 ウエーハ
- 20 酸化物層
- 30 炭化珪素層
- 40 フォトリソ
- 60 二酸化珪素
- 90 トレンチ

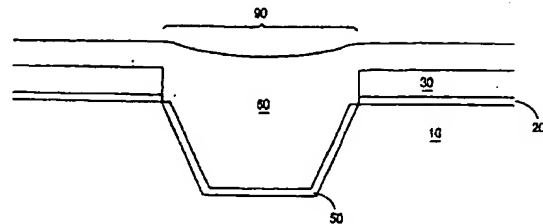
【図 1】



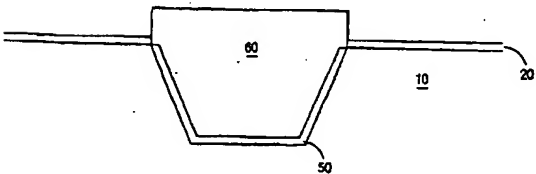
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 2 C】



フロントページの続き

(72)発明者 ヘンリー エル. エドワーズ
アメリカ合衆国 テキサス州ガーランド,
パーム デザート ドライブ 910

PAT-NO: JP411251271A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11251271 A
TITLE: SILICON CARBIDE FOR STOPPER LAYER IN
CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING FOR PLANARIZING INSULATING
DIELECTRIC
PUBN-DATE: September 17, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OLSEN, LEIF C	N/A
SWANSON, LELAND S	N/A
EDWARDS, HENRY L	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TEXAS INSTR INC <TI>	N/A

APPL-NO: JP10368148
APPL-DATE: December 24, 1998

IDS
#2

INT-CL (IPC): H01L021/304, H01L021/304

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dielectric such that an exposed region of a first layer determines a uniform surface level for an oxide structure by polishing the oxide structure, using a slurry composition having a selectivity to smoothly remove an oxide on a first side of a first layer to stop the polishing step on the exposed region of the first layer.

SOLUTION: In a CMP method using an Si carbide polishing

stop layer, an Si
carbide layer, Si carbide nitride, or Si carbide oxide is
used. A standard
polishing chemical substance easily gives a very high
selectivity (over 50:1)
between Si oxide and Si carbide, whereby the nonuniformity
of the oxide
thickness or polishing rate can be smooth in case a more
fast etching region
can be covered with the polishing stop layer. Si carbide
can be selectively
polished at a higher polishing rate ratio than 12:1,
compared with that of Si
carbide. It is to give a polishing stop layer for making a
plain insulating
dielectric, such as shallow trench insulation before
forming transistors.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO